



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu nr

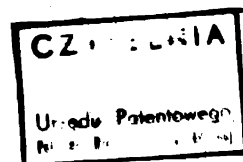
Int. Cl.³ H01C 7/06
H01C 17/00

Zgłoszono: 13.06.79 (P. 216346)

Pierwszeństwo:

Zgłoszenie ogłoszono: 01.07.80

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1982



Twórcy wynalazku: Tadeusz Berlicki, Eugeniusz Prociów

**Uprawniony z patentu tymczasowego: Politechnika Wrocławska,
Wrocław (Polska)**

Sposób wytwarzania rezystorów o skompensowanym temperaturowym współczynniku zmian rezystancji

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania cienkowarstwowych rezystorów zwłaszcza na powierzchniach szklanych lub ceramicznych o skompensowanym współczynniku zmian rezystancji, znajdujący zastosowanie do realizacji stabilnych sieci rezystywnych w produkcji mikroelektronicznych układów hybrydowych.

Znany jest dotychczas sposób wytwarzania rezystorów, który polega na wytworzeniu go z próżniowo nanoszonej cienkiej warstwy stopu metali i półprzewodników na podłożu izolacyjne. Poprzez odpowiedni dobór materiałów wyjściowych i technologii ich nanoszenia uzyskuje się warstwy rezystywne z skompensowanym temperaturowym współczynnikiem zmian rezystancji wynoszącym kilkadziesiąt ppm/K. Wadą tego sposobu jest trudna kontrola przebiegu procesu ze względu na dużą ilość parametrów, przez co niemożliwe jest uzyskanie rezystorów o temperaturowym współczynniku zmian rezystancji o wartości pojedynczych ppm.

Znany jest także sposób wytwarzania rezystorów o skompensowanym temperaturowym współczynniku zmian rezystancji, oparty na wytworzeniu rezystora z cienkiej folii materiału rezystywnego, na odpowiednio dobrane podłoże izolacyjne. Dobór podłoża polega na uzyskaniu takiej różnicy wartości współczynników rozszerzalności liniowej podłoża i naklejonej na nie folii materiału rezystywnego, aby przy zmianie temperatury względem temperatury otoczenia uzyskać naprężenia ściskające lub rozciągające w warstwie rezystywnej, które w pewnym zakresie zmian temperatury rezystora od -218 do $+398$ K przeciwdziałają zmianie wartości rezystancji. Temperaturowy współczynnik zmian rezystancji na krańcach przedziału temperatury przyjmuje wartość pojedynczą ppm. Wadą tego sposobu jest mała rezystancja powierzchniowa folii, konieczność odpowiedniego doboru podłoża oraz niemożliwość stosowania tego sposobu w typowych liniach mikroelektronicznych układów hybrydowych, ze względu na odrębność technologiczną.

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania rezystorów o skompensowanym temperaturowym współczynniku zmian rezystancji, zwłaszcza na podłożach szklanych lub ceramicznych, poprzez próżniowe nanoszenie i następnie obróbkę fotolitografiaczną wytworzonych warstw. Istota wynalazku polega na tym, że najpierw na podłoże nanosi się warstwę materiału rezystywnego o ujemnym temperaturowym współczynniku zmian rezystancji, a następnie na nią warstwę materiału przewodzącego o dodatnim temperaturowym współczynniku zmian rezystancji, aż do uzyskania rezystancji powierzchniowej mniejszej co najmniej o rząd wielkości od rezystancji powierzchniowej warstwy rezystywnej. Następnie warstwę przewodzącą wytrawia się, zostawiając pola kontaktowe i wyspy przewodzące między polami, a następnie wytrawia się warstwę rezystywną pozostawiając ciąglą ścieżkę rezystywną pod polami kontaktowymi i na całej drodze między

polami wyznaczonej przez wyspy przewodzące, przy czym stosunek sumy wysp przewodzących do długości ścieżki rezystywnej ustala się przyjmując dla rezystora wartość zerową temperaturowego współczynnika zmian rezystancji. Korzystnie jest wykonywać ścieżkę rezystywną ze stopu chromonikiel a pola kontaktowe i wyspy przewodzące z dwuwarstwy chromonikiel-nikiel.

Materiały stosowane w dwuwarstwie dobiera się tak, aby miały małą zmienność czasową parametru iloczynu wartości rezystancji powierzchniowej i jej wartości temperaturowego współczynnika zmian rezystancji dla narażeń termicznych. Stosunek sumy długości wysp przewodzących umieszczonych na ścieżce rezystywnej do całej jej długości jest równy stosunkowi iloczynu rezystancji powierzchniowej warstwy rezystywnej i bezwzględnej wartości temperaturowego współczynnika względnych zmian rezystancji warstwy rezystywnej podzielonej przez sumę dwóch iloczynów: iloczynu wartości rezystancji powierzchniowej warstwy przewodzącej i wartości bezwzględnej jej temperaturowego współczynnika względnych zmian rezystancji oraz iloczynu wartości rezystancji powierzchniowej warstwy rezystywnej i bezwzględnej wartości jej temperaturowego współczynnika zmian rezystancji.

Wykorzystując charakterystyczne cechy wymienionych warstw dwuwarstwy, to jest przeciwny co do znaku temperaturowy współczynnik zmian rezystancji i stosując celowy dobór ich rezystancji powierzchniowej, a następnie przez selektywną obróbkę fotolitograficzną i dobór długości warstwy przewodzącej umieszczonej na warstwie rezystywnej — uzyskuje się cienkowarstwowy rezystor o wysokim stopniu kompensacji temperaturowego współczynnika zmian rezystancji, charakteryzujący się ponadto brakiem wpływu na parametry elektryczne wzmoczonego narażenia termicznego na skutek rozpraszania w nim mocy elektrycznej lub zmian temperatury otoczenia.

Sposobem według wynalazku uzyskuje się znacznie lepsze parametry elektryczne wytworzonych rezystorów niż w przypadku stosowania innych sposobów, temperaturowy współczynnik zmian rezystancji można otrzymać bliski zeru w zakresie zmian temperatury otoczenia do około 470 K przy wyższej stabilności parametrów rezystora w warunkach wzmoczonego obciążenia termicznego lub długotrwałej eksploatacji. Przy wygrzewaniu w temperaturze 473 K rezystory przyjmują wartość kilkadziesiąt ppm/h to jest około 1000 razy mniej, niż dla typowych cienkowarstwowych rezystorów, niestabilizowanych wstępnie.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania zilustrowanym rysunkiem, na którym fig. 1 przedstawia stan wykonania rezystora po pierwszej obróbce fotolitograficznej a fig. 2 — gotowy rezystor po drugiej obróbce fotolitograficznej.

Przykładowy sposób dotyczy wytwarzania rezystora z dwuwarstwy chromonikiel-nikiel. Na szklane podłoże 1 o temperaturze 643 ± 10 K, nanosi się w komorze próżniowej poprzez termiczne odparowywanie warstwę stopu chromoniklu z szybkością około 0,15 nm/s, aż do uzyskania rezystancji powierzchniowej 100 omów na kwadrat. Następnie w odstępie 1–3 minut na warstwę chromoniklu o temperaturze 613 ± 10 K nanosi się z szybkością 0,5 nm/s warstwę niklu o rezystancji powierzchniowej 2,3 oma na kwadrat. Nanoszenie metali prowadzi się w próżni lepszej niż 10^{-5} tora. Przy tak przyjętych parametrach nanoszenia otrzymuje się dwuwarstwową złożoną z warstwy rezystywnej stopu chromoniklu o temperaturowym współczynnikiem zmian rezystancji $\alpha_r = -70$ ppm/K oraz przewodzącą warstwę niklu o $\alpha_p = 3400$ ppm/K. Następnie dwuwarstwę poddaje się selektywnej obróbce fotolitograficznej poprzez chemiczne trawienie w 15% roztworze chlorku żelaza i wytwarza się z warstwy niklowej kontaktowe pola 2 i przewodzące wyspy 3. Z kolei uzyskany podzespół poddaje się drugiej selektywnej obróbce fotolitograficznej przez wytrawienie w 25% roztworze azotanu amonocerowego z dodatkiem 5 g/l chloranu potasu, w temperaturze 333 K dla wytworzenia rezystywnej ścieżki 4 ze stopu chromoniklowego w obszarze od kontowych pól 2 pod wszystkimi przewodzącymi wyspami 3. Stosunek sumarycznej długości przewodzących wysp 3 do rezystywnej ścieżki 4 wynosi 1 do 2. Wytworzony rezystor składa się z kontaktowych pól 2 i rezystywnej ścieżki 4, na której w odstępach naniesione są przewodzące wyspy 3. Kontaktowe pola 2 i rezystywne ścieżki 4 są wytworzone z dwuwarstwy chromonikiel-nikiel, a ich wypadkowa rezystancja powierzchniowa wynosi około 2,25 oma na kwadrat, zaś temperaturowy współczynnik zmian rezystancji $\alpha_p = + 3100$ ppm/K.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania rezystorów o skompensowanym temperaturowym współczynnikiem zmian rezystancji, zwłaszcza na podłożach szklanych lub ceramicznych, poprzez próżniowe nanoszenie i następnie obróbkę fotolitograficzną, **znamienny tym**, że najpierw na podłoże (1) nanosi się warstwę materiału rezystywnego o ujemnym temperaturowym współczynnikiem zmian rezystancji, a następnie na tę warstwę nanosi się drugą warstwę materiału przewodzącego o dodatnim temperaturowym współczynnikiem zmian rezystancji, aż do uzyskania rezystancji powierzchniowej mniejszej co najmniej o rząd wielkości od warstwy

pierwszej, po czym warstwę przewodzącą wytrawia się zostawiając kontaktowe pola (2) i przewodzące wyspy (3) na drodze między tymi polami (2), a następnie wytrawia się warstwę rezystywną pozostawiając ciągłą rezystywną ścieżkę (4) pod kontaktowymi polami (2) i przewodzącymi wyspami (3), przy czym stosunek sumy przewodzących wysp (3) do długości rezystywnej ścieżki (4) ustala się przyjmując dla rezystora zerową wartość temperaturowego współczynnika zmian rezystancji.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że rezystywną ścieżkę (4) wykonuje się ze stopu chromonikiel a kontaktowe pola (2) i przewodzące wyspy (3) z dwuwarstwy chromonikiel-nikiel.

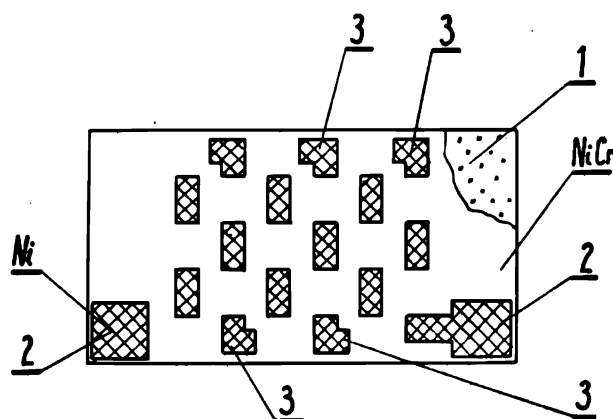


Fig. 1

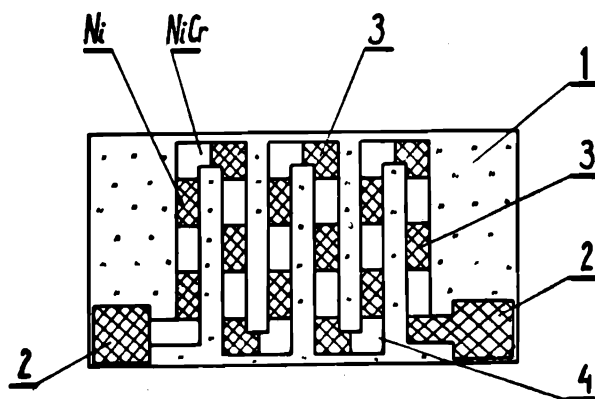


Fig. 2